

Jak funguje GPS

VY_32_INOVACE_GPS_BU_02

Sada: GPS ve výuce

Téma: **Jak funguje GPS**

Autor: Mgr. Miloš Bukáček

Předmět: Zeměpis

Ročník: 3. ročník vyššího gymnázia

Využití: Prezentace určená pro výklad

Anotace: Prezentace charakterizuje kosmický, řídicí a uživatelský segment systému GPS a vysvětluje princip určení polohy pomocí GPS přístrojů. Pozornost je věnována také vysílanému a přijímanému GPS signálu.

Gymnázium Vincence Makovského
se sportovními třídami Nové Město na Moravě

GPS

- ▶ **GPS** – Global Positioning System
- ▶ **Globální polohový systém** – satelitní systém pro určování polohy a navigaci
- ▶ Plný název **NAVSTAR GPS**
- ▶ Vyvinut pro potřeby **armády USA** v dobách „studené války“
- ▶ Vývoj začal v roce 1973, plně v provozu od roku 1993



Obr. 1: Družice systému GPS



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Segmenty systému GPS

▶ Kosmický segment

- umělé družice obíhající kolem Země
- rovnoměrné rozmístění po šesti oběžných drahách
- oběžné roviny mají stálou polohu vůči Zemi

▶ Řídící segment

- pozemní monitorovací a řídicí stanice
- sledují, případně korigují oběžné dráhy družic

▶ Uživatelský segment

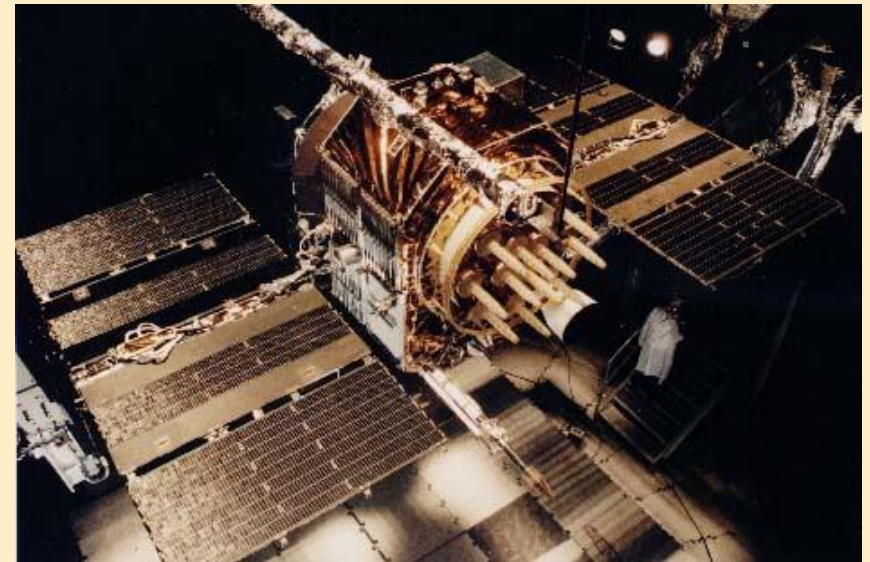
- GPS přijímače
- turistické navigace, automobilové navigace, GPS moduly v mobilních telefonech, tabletech, ...

Pozemní řídicí systém

- ▶ Řídicí stanice a monitorovací stanice
- ▶ Korigují polohu a pohyb družic
- ▶ Celkem pět monitorovacích stanic – na Zemi jsou umístěny tak, aby umožňovaly stálé sledování co největšího počtu družic
- ▶ Hlavní řídicí stanice je na letecké základně v Colorado Springs (USA) – základna je pod velením amerických leteckých sil
- ▶ Při sledování a výpočtu oběžných drah družic je nutné mimo jiné zohlednit i relativistické efekty – jiné plynutí času na družicích a na Zemi
- ▶ Již po 1 hodině je rozdíl času na Zemi a na družici 180 ns! – v přepočtu na metry chyba asi 50 m
- ▶ Atomové hodiny na palubách družic jsou proto vybaveny relativistickými korekcemi

Družice

- ▶ Hmotnost 775 kg
- ▶ Výška oběhu cca 20 000 km
- ▶ Šest oběžných drah
- ▶ Doba obletu 12 hodin
- ▶ 24 aktivních družic (+ záložní)
- ▶ V přímé viditelnosti antény přijímače bývá 6 až 12 družic
- ▶ Každá družice má své číslo a vysílá jiný kód – přijímač je schopen ji identifikovat



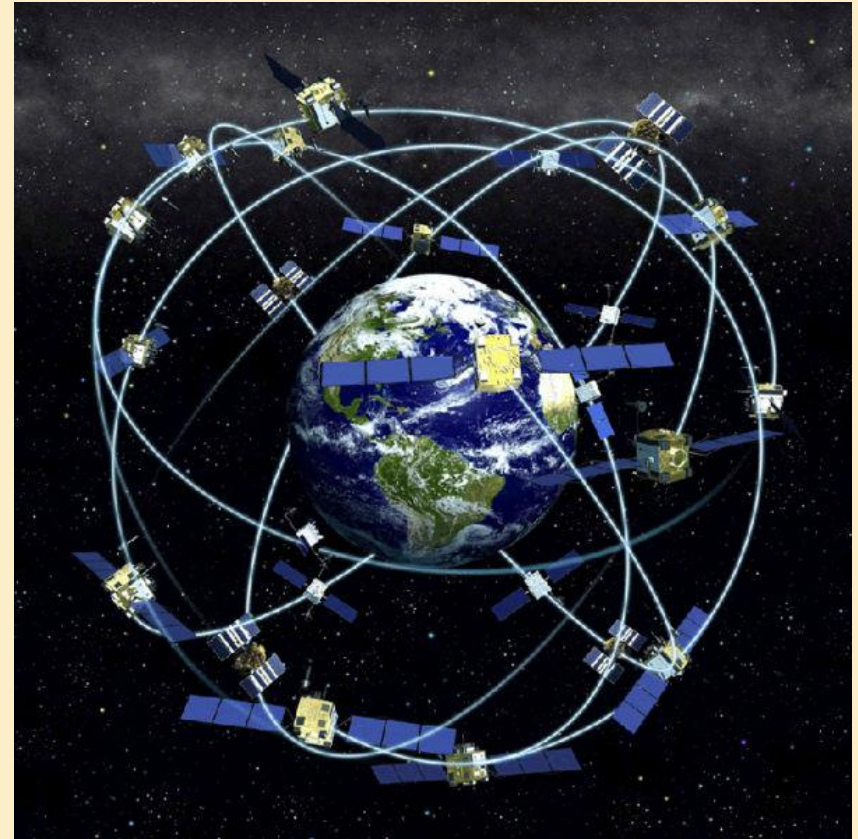
Obr. 2: Družice systému GPS

Signály vysílané družicemi

- ▶ Družice vysílají **navigační zprávu**
- ▶ kompletní odvysílání trvá asi 12,5 minuty
- ▶ Platnost navigační právy je asi 4 hodiny
- ▶ navigační zpráva obsahuje:
 - **Přesné určení polohy** družice v určitém čase
 - Přesný **údaj o čase**
 - Odhad zpoždění signálu v ionosféře
 - **Přibližné parametry** oběžných drah všech družic (**almanach**)
 - Další údaje...

Almanach

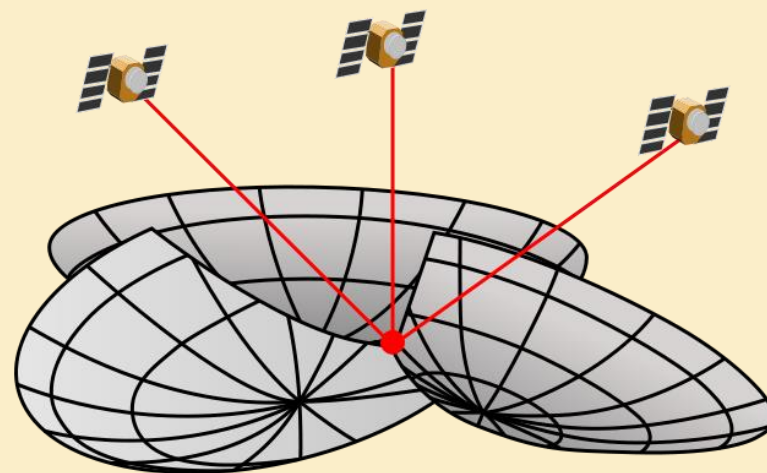
- ▶ GPS jej **uloží do paměti** ihned po přihlášení a průběžně aktualizuje
- ▶ Obsahuje **přibližnou polohu oběžných drah všech družic**
- ▶ Z almanachu GPS odhadne, které družice se mohou **objevit na horizontu**
- ▶ Almanach umožňuje **zkrácení doby** nutné pro zahájení měření polohy
- ▶ Pokud se signál družice shoduje s kódem v almanachu, GPS se na něj „zamkne“



Obr. 3: Oběžné dráhy družic systému GPS

Princip určení polohy

- ▶ K **určení polohy** je teoreticky nutné zpracovat signál min. ze **3 družic**
- ▶ Kvůli rozdílu času na družici a na přístroji GPS je nutné využít **signál alespoň ze 4 družic**
- ▶ GPS vypočte **vzdálenost od několika okolních družic** (z doby cesty signálu a rychlosti světla + započítání vlivů atmosféry)
- ▶ GPS přístroj **leží na kulové ploše**, jejíž **střed** tvoří daná družice a **poloměr** je rovný vzdálenosti GPS k družici
- ▶ **Průnikem povrchů** alespoň čtyř **kulových ploch** GPS určí přesnou polohu na Zemi
- ▶ **Zaměření polohy** probíhá obvykle **každou vteřinu**
- ▶ GPS určuje polohu v **souřadnicovém systému WGS-84** (World Geodetic System 1984)



Obr. 4: Princip určení polohy

GPS signál

- ▶ Velice slabý
- ▶ Pro příjem signálu GPS je nutný **přímý výhled na oblohu**
- ▶ **Špatná dostupnost** signálu v **budovách** (dřevo, kámen, voda, beton, železo, lidské tělo brání signálu)
- ▶ Ale **signál prochází sklem** a tenkou vrstvou laminátu
- ▶ Výrazné **rušení** signálu způsobují **zdroje elektromagnetického záření**, např. vedení vysokého napětí
- ▶ Vliv na přesnost určení polohy má také **stav zemské atmosféry**, zejména **ionosféry**
- ▶ Módy příjmu signálu GPS:
 - **Normální** – měří pozici každou vteřinu – náročnější na spotřebu energie (ale lepší udržení slabého signálu)
 - **Šetřič baterií** – měří pozici každých 5 vteřin, výdrž až dvojnásobná proti normálnímu režimu

Přesnost GPS přístrojů

- ▶ Běžná přesnost turistických přístrojů 5–10 m
- ▶ Závisí na počtu přijímaných satelitů a jejich rozmístění na obloze
- ▶ Počet kanálů = počet družic, z nichž může přijímač současně přijímat signály – nyní je standardem až 20 kanálů
- ▶ Čím dále od sebe a rovnoměrněji na obloze jsou družice rozmístěny, tím větší přesnost
- ▶ Menší přesnost – hluboké údolí, velmi hustý les, městská zástavba
- ▶ Novější GPS přijímače mají obvykle výrazně vyšší citlivost
- ▶ Doplnkový signál WAAS/EGNOS – zvýší přesnost měření



Obr. 5: GPS přístroj Garmin Colorado



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Systemy WAAS/EGNOS

- ▶ Geostacionární družice vysílající diferenční korekci signálu GPS
- ▶ Slouží ke zpřesnění určení polohy pomocí GPS
- ▶ Princip:
 - Pozemní stanice zpracovávají chyby při zaměření známých bodů pomocí GPS – posílají opravný signál geostacionárním družicím
 - Geostacionární družice vysílají opravný signál GPS přístrojům
- ▶ WAAS – pracuje nad územím USA a Kanady
- ▶ EGNOS – funguje nad Evropou
- ▶ Při příjmu signálu EGNOS se ve sloupcích signálu zobrazují písmena D (na některých typech GPS)
- ▶ Po výpočtu pozice GPS přijímače je třeba cca 5 min. pro zpracování WAAS signálu a zpřesnění pozice
- ▶ Při využití systému WAAS/EGNOS je přesnost určení polohy okolo 1–3 metrů

Úkoly

1. Zjistěte na internetu polohu pozemních řídicích stanic systému GPS a najděte je na mapě.
2. Za jakých podmínek dosáhnete co nejlepšího příjmu signálu GPS?
3. Jaké hlavní parametry ovlivňují přesnost určení polohy pomocí GPS?

Použité zdroje

► Literatura

- HOJGR, Radek, STANKOVIČ, Jan. *GPS Praktická uživatelská příručka*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2007, 221 s., ISBN 978-80-251-1734-7.
- STEINER, Ivo, ČERNÝ, Jiří. *GPS od A do Z*. 4. aktualizované vyd. Praha: eNav, 2006, 264 s. ISBN 80-239-7516-1.

► Obrázky

- Obr. 1: Družice systému GPS. In: *Wikimedia Commons* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/1_gps_satellite_0.jpeg
- Obr. 2: Družice systému GPS. In: *Wikimedia Commons* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Navstar.jpg>
- Obr. 3: Oběžné dráhy družic systému GPS. In: *Wikimedia Commons* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e2/GPS-constellation-3D-NOAA.jpg/600px-GPS-constellation-3D-NOAA.jpg>
- Obr. 4: Princip určení polohy. In: *Wikimedia Commons* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/65/GPS_Spheres.svg/623px-GPS_Spheres.svg.png
- Obr. 5: GPS přístroj Garmin Colorado. In: *Wikimedia Commons* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fd/Garmin_Colorado_300.jpg/265px-Garmin_Colorado_300.jpg



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ